**Nazwa przedmiotu:**

Zastosowanie materiałów inteligentnych w kontrolowanym tłumieniu drgań mechanicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab inż. Robert Zalewski, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1120-PE000-MSP-0606

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych/ 61 godzin, w tym:
a) 15 godz. - wykład;
b) 45 godz. - projektowanie;
c) 1 godz. - konsultacje;

2) Praca własna studenta/ 64 godzin, w tym:
a) 9 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 10 godz. – studia literaturowe;
c) 5 godz. – przygotowywanie się studenta do kolokwium;
d) 5 godz. – przygotowywanie prezentacji;
e) 15 godz. - przygotowanie dokumentacji technicznej prototypu;
f) 5 godz. - budowa/modernizacja stanowiska badawczego
g) 5 godz. prowadzenie badań laboratoryjnych
h) 10 godz. analiza wyników badawczych i modelowanie matematyczne

3) RAZEM – 125 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

punktów ECTS – liczba godzin kontaktowych - 61, w tym:
a) 15 godz.- wykład;
b) 45 godz. - projektowanie;
c) 1 godz. - konsultacje;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

3 punkt ECTS – 64 godz. pracy studenta, w tym:

a) 34 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych;
b) 30 godz. – opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 45h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

wiedza z mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn, teorii drgań, materiałów konstrukcyjnych

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Wiedza: Zapoznanie się z właściwościami fizycznymi (mechanicznymi) grupy materiałów należących do tzw. grupy "smart structures". Poznanie mechanizmów zmiany ich właściwości fizycznych za pomocą czynnika zewnętrznego. Zapoznanie się z konstrukcjami nieklasycznych tłumików drgań oraz modelami matematycznymi umożliwiającymi prowadzenie symulacji ich zachowań.

Umiejętności: Umiejętność formułowania wymagań projektowych tj. doboru rodzaju materiału inteligentnego, strategii sterowania jego właściwościami mechanicznymi, propozycja innowacyjnego urządzenia i jego komponentów do określonego typu pojazdów i maszyn.

Kompetencje Społeczne: Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich

**Treści kształcenia:**

Wykład

• klasyfikacja popularnych materiałów inteligentnych (piezoelektryki, stopy z pamięcią kształtu, ciecze reologiczne, specjalne struktury granulowane, elastomery MR itp.),
• typowe zastosowania materiałów inteligentnych w aplikacjach inżynierskich,
• popularne modele reologiczne opisujące podstawowe właściwości mechaniczne materiałów,
• metodyka prowadzenia badań nad podstawowymi właściwościami mechanicznymi materiałów inteligentnych (próby jednoosiowe, cyklicznego obciążania, badania w zróżnicowanych temperaturach, wpływ prędkości odkształcenia, próby reologiczne pełzania i relaksacji naprężeń itp.),
• numeryczne metody kalibracji modeli matematycznych (algorytmy genetyczne itp.)

Projektowanie

1. Ustalenie koncepcji dyssypatora drgań
2. Przygotowanie dokumentacji technicznej (3D-2D)
3. Studium wykonalności
4. Wykonanie części prototypu (druk 3D)
5. Proces montażowy tłumika inteligentnego
6. Budowa/ modernizacja stanowiska badawczego
7. Prowadzenie kompleksowego programu eksperymentalnego
8. Analiza rezultatów doświadczalnych
9. Modelowanie matematyczne
10. Badania weryfikujące odpowiedzi rzeczywiste i numeryczne

**Metody oceny:**

Z przedmiotu wystawiana jest ocena łączna, na którą składają się ocena z wykładu oraz ocena z projektu
Wykład zaliczany jest w trybie Z2 tj na podstawie kolokwium i/lub pracy domowej (ustnej prezentacji). Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie pozytywnej oceny kolokwium i/lub pracy domowej w formie pisemnej lub w formie odpowiedzi ustnej (w razie konieczności wyjaśnienia wątpliwości dot. części pisemnej).
Projektowanie uznaje się za zaliczone jeśli Student zaliczy wszystkie etapy konstrukcji urządzenia oraz zbuduje jego demonstrator.
Ocenę łączną wyznacza się przyjmując wagę ~2/3 dla oceny z projektu oraz ~1/3 dla oceny uzyskanej z wykładu.
• W uzasadnionych, indywidualnych przypadkach Prowadzący ma prawo zastosować inne wagi przy określaniu oceny łącznej.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

M.Ashby, D. Jones; Materiały Inżynierskie
M.Burzyńska-Szyszko; Materiały Konstrukcyjne
S. Rudnik Metaloznawstwo
R. Zalewski; Modelowanie i badania wpływu podciśnienia na właściwości mechaniczne specjalnych struktur granulowanych
Z. Osiński; Tłumienie drgań
Z. Osiński; Damping of Vibrations
J. Bajkowski; Ciecze magnetoreologiczne i tłumiki pracujące na jej bazie

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W01:**

Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie mechaniki materiałów.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W02:**

Ma wiedzę o modelach reologicznych materiałów.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W03:**

Zna zasady projektowania urządzeń pracujących na bazie materiałów inteligentnych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W04:**

Zna charakterystyki eksperymentalne cieczy reologicznych i strategię kontroli ich właściwości .

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W05:**

Zna metody pomiaru właściwości fizycznych (mechanicznych) materiałów z grupy "smart" .

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W06:**

Zna metody kontroli właściwości reologicznych materiałów inteligentnych za pomocą zewnętrznego czynnika (pola magnetycznego, elektrycznego itp.).

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W07:**

Zna metody i techniki wykorzystywane w procesie projektowania.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W08:**

Zna komputerowe narzędzia i języki oprogramowania umożliwiające symulację pracy badanych struktur.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U01:**

Potrafi pozyskiwać dodatkowe informacje z literatury, innych źródeł, integrować informacje, dokonywać ich interpretacji i wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Rozmowa Prowadzącego ze Studentami w trakcie wykładu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW

**Charakterystyka K\_U02:**

Potrafi zaplanować proces prowadzenia badań laboratoryjnych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej. Rozmowa Prowadzącego ze Studentami w trakcie wykładu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka K\_U03:**

Potrafi dobrać środowisko numeryczne do prowadzenia badań symulacyjnych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka K\_U04:**

Potrafi zaprojektować kompleksowe urządzenie pracujące na bazie materiałów nieklasycznych.

Weryfikacja:

Kolokwium i/lub praca domowa w formie pisemnej i ewentualnie uzupełnione w formie odpowiedzi ustnej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o